



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6º
CAPITAL FEDERAL



ESTUDIOS GEOFISICOS DESTINADOS A LA LOCALIZACION

DE CAOLIN

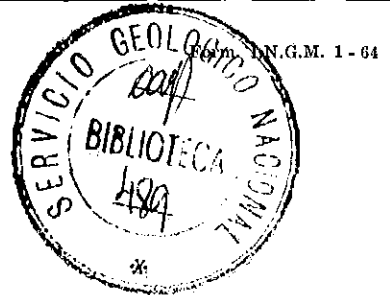
Dpto. Gaimán.-

Prov. de CHUBUT.

por

Mario Klein

-1963-



ANTECEDENTES:

Con el fin de agilizar la exploración de zonas presuntamente caoliníferas, PIEDRA GRANDE S.A., planteó la posibilidad de aplicar algún método geoelectrónico que permitiera reducir, en forma considerable, el número de sondeos mecánicos por unidad de superficie.

Aún cuando dichos estudios resultaban teóricamente factibles, pareció prudente realizar una comisión previa que permitiera asegurar, en la práctica, su utilidad.

Trabajos realizados:

Durante su transcurso se realizaron 25 sondeos de resistividad y 4 perfiles geoelectrónicos de 55 puntos entre todos ellos. Inmediatamente después de interpretados los S.E., se perforaron los lugares prospectados encontrándose buena coincidencia entre previsiones y resultados.

Rasgos geológicos:

La roca más antigua conocida es el pórfiro cuarcífero y sus tobas, por encima del cual se apoya una serie sedimentaria formada por sedimentos en general arcillosos, con alguna arenisca intercalada, apareciendo también a menudo un banco calcáreo de uno a algunos metros de espesor; el rodado tehuelche corona la serie. La potencia del paquete sedimentario es sumamente variable, yendo desde algunos centímetros hasta cientos de metros cuando rellena depresiones del basamento; su posición es en general horizontal o subhorizontal.

El caolín:

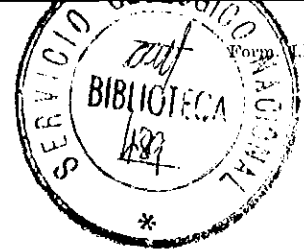
Se encuentra "in situ", como lo demuestra el hecho de que reproduce la textura de su roca madre, el pórfiro tobáceo, presentándose en distintas etapas de formación. A fin de precisar la nomenclatura, hablaremos de: pórfiro semicaolinizado, caolín arenoso y cao-



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6°

CAPITAL FEDERAL

-2-



///.lla,entendiéndose por el primero una roca de textura porfirica, de pasta blanquecina,y por el último caolín típico.

A los efectos de este trabajo, conviene destacar que, al alterarse los feldspatos (caolinización) lo hacen con liberación de sales solubles, las que, en este caso por lo menos, quedan en la roca. Dada la competencia de ésta para retener agua, y la abundancia de sales solubles, se produce una considerable disminución de su resistencia específica, lo que le da una característica física que la hace diferenciable de las rocas circundantes, particularmente del pórfiro fresco, cuya resistividad es muy alta.

Problema planteado:

Se trata de saber si es posible, mediante prospección geofísica, localizar, en forma rentable, áreas mineralizadas, o bien reducir en forma considerable las áreas a prospectar mediante perforaciones.

Se establece como de aproximadamente 10 metros la cubierta máxima de yacimientos explotables.

La sucesión probable de elementos geológicos es, de arriba hacia abajo, la siguiente:

cubierta: Rodados tehuelches, sedimentos arcillosos a arenosos con intercalaciones de areniscas compactas y/o un banco de calcáreo fosilífero:

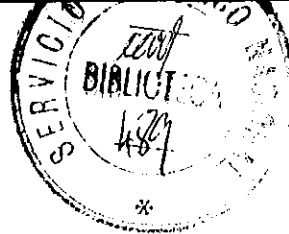
caolín

pórfiro semicaolinizado;

pórfiro diaclasado;

pórfiro fresco.

Cualquiera de estos elementos, o varios de estos, pueden faltar y faltar a menudo, de la serie. En particular, en Campamento Nuevo, no hemos visto areniscas compactas por encima del caolín. El banco



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6°

CAPITAL FEDERAL

///.co calcáreo aparece sólo parcialmente en la cantera.

METODO EMPLEADO.

Principio del método.

Para la mejor comprensión de lo expuesto más adelante, bosquejaremos los lineamientos principales del sistema.

Consiste éste en la aplicación de una diferencia de potencial a la tierra mediante dos estacas metálicas-que llamaremos A y B, y una fuente de poder(en nuestro caso una caja de baterías de 45 V dispuestas en serie-paralelo). Con esto se produce un campo eléctrico,cuya forma dependerá de las resistividades de los distintos estratos que componen el terreno. Para estudiar esta forma,se dispone de otros dos electrodos -M y N-,con los que se lee la diferencia de potencial producida en otros dos puntos.En el sistema elegido-Schlumberger-,M y N se ubican alineados con A y B,en el interior de estos, simétricamente dispuestos y separados por una distancia que debe ser menor que $AB/5$.

Se demuestra que,si separamos paulatinamente los electrodos A y B,la líneas de corriente penetrarán cada vez más profundamente. Podemos así construir lo que se llama un sondeo de resistividad,que consiste basicamente en una curva en que figuran resistividades leídas en función de la separación de AB.

Si realizamos uno de estos sondeos sobre un medio homogéneo e isótropo,inscribiendo resistividades en ordenadas y separación AB en abscisas,obtendríamos una línea recta paralela al eje x. Si,por el contrario,trabajamos sobre un medio constituido por estratos superpuestos de distintas resistividades,obtendremos una curva cuya forma depende del espesor y de la resistividad de cada uno de ellos.

Conviene aquí recordar que la resistividad de un cuerpo

///.



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
 Avdo. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6º
 CAPITAL FEDERAL

///.(o su resistencia específica), es la resistencia de la unidad de volumen. Este es un parámetro físico característico de cada cuerpo, cuyo valor es independiente de las intensidades y potenciales con que se mida. Se expresa en Ohm metros.

Introduciremos ahora un nuevo concepto, ideado para este tipo de investigaciones es el de Resistividad Aparente. Si estamos trabajando sobre una serie sedimentaria compleja, y en un momento dado llegamos a una línea AB de 200 metros, por ejemplo, el valor leído corresponde, no a la resistividad de un estrato que se encuentra a determinada profundidad, sino a una media del paquete sedimentario que se encuentra entre esa profundidad y la superficie. A este valor se denomina resistividad aparente en un determinado lugar para un dispositivo AB:200 m. Según los espesores y resistividades de los distintos estratos, puede admitirse que las profundidades alcanzadas varían entre AB/2 y AB/4.

Para cada posición del cuadripolo AMNB se leen dos valores: la intensidad I de la corriente que circula por AB y la diferencia de potencial V que se produce entre M y N. Estos valores se reúnen en una expresión algebraica simple que es la siguiente:

$$\text{Resistividad (Ro)} = \frac{1}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \cdot 2\pi \cdot \frac{V}{I}$$

Es de destacar que lo que interesa conocer, en general es la resistividad verdadera de un determinado estrato-para caracterizarlo- y su profundidad para ubicarlo. Estos datos no surgen directamente de las curvas, en las que figuran sólo resistividades aparentes en función de AB/2. Para llegar a los valores que nos interesan, contamos con una serie de ábacos, publicados hace algunos años por la Compagnie Générale de Geophysique, en los que figuran una serie de casos teóricos posibles (sucesiones de tres terrenos) en los que se varían paulatinamente las relaciones entre las resis



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6º
CAPITAL FEDERAL

///.ttividades y entre los espesores de los mismos. Cuando estos ába
cos resultan insuficientes, puede recurrirse a algunas construccione
gráficas o bien al cálculo matemático de nuevos casos (método de Flat

Instrumental utilizado:

Dadas las bajas resistividades a medirse, y la necesidad de
trabajar a veces lejos del automóvil, hemos debido elegir un equipo
que fuera a la vez liviano y sensible—esto último para reducir el
peso de la fuente de poder—. Hemos empleado un instrumento con medida
directa de I, mediante un miliamperímetro compensado para diferencias
de temperatura, con escala de 0 a 1 y shunts para leer hasta 1000 mA,
y medidor electrónico de V transistorizado, capaz de apreciar 0,01 mV
para asegurar 0,1 mV. La operación resulta algo más lenta que con
instrumentos a galvanómetro, pero se evita el tener que llevar al cam
po una batería de automovil para alimentar los spots.

Los contactos a tierra se realizaron con electrodos de a-
cero inoxidable al agua, no observándose mayores fenómenos de polari-
zación que hicieran recomendable el uso de electrodos impolarizables
Una fuente de poder de 180 V resultó suficiente, aunque debió sobrecar-
garse en algunos casos, en que fué necesario trabajar a 500 mA.

Prospección en campamento Nuevo.

Se realizaron un total de 21 sondeos, de los cuales 13 en
los alrededores de la cantera, y 8 unos 1000 m hacia el Norte, sobre
lo que hemos llamado Lomitas Grises. El objeto de estos sondeos ha
sido el de ver el comportamiento del caolín en las curvas, intentar
reconocer la resistividad verdadera de los distintos elementos geo-
lógicos del lugar, y de resultar posible, aplicar algún método que per-
mitiera acelerar la prospección, en forma tal de reducir la misma he-



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
 Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6º
 CAPITAL FEDERAL



///.cha por sondeos mecánicos.

La observación de las curvas nos permite concluir lo siguiente:
 te:

- Que la capa superior, de un espesor comprendido entre algunos algunos centímetros y 1,5 m, tiene resistividades muy variables (30 a 1000 ohm.m).
- Que el caolín se encuentra siempre (en esta zona), en la parte más baja de las curvas.
- Que su resistividad verdadera varía entre 3 y 6 ohm metros cuando está húmedo, pero puede crecer considerablemente cuando ha sido destapado, secándose así la capa superior. Es lo que hemos visto al tomar valores en el piso de la cantera.
- Que la resistividad aparente de un dispositivo que incluya caolín sea cual sea la resistividad verdadera del estrato superior, esta comprendida entre los 4 y 10 ohm.m.
- Que la resistividad verdadera del pórfiro semicaolinizado varía entre 10 y 30 ohm.metros.
- Que la resistividad verdadera del pórfiro masivo es de unos 700 ohm.metros.

O sea que los distintos elementos geológicos presentes, son diferenciables eléctricamente.

Teniendo en cuenta estos factores, con más el hecho de que una cubierta de mas de 10 metros hace antieconómica la explotación, hemos visto que podría intentarse el trabajo con perfiles de resistividad, eligiendo un dispositivo que, a la vez que elimine las influencias de superficie, nos dé valores suficientemente diferenciados como para distinguir claramente entre: caolín, pórfiro semicaolinizado y alguna arcilla de propiedades parecidas al caolín, por un lado, y aluvión, pórfiro masivo, diaclasado

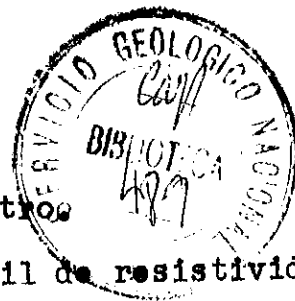
///.



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 681 - PISO 6º

CAPITAL FEDERAL

///. o poco alterado, calcáreo y areniscas por otros



Cabe consignar aquí que llamamos perfil de resistividad al siguiente procedimiento: se elige un dispositivo AMNB (en este caso AB: 20 m, MN: 4 m), se instala y se hacen las dos lecturas (I y V). Luego se desplaza todo el dispositivo una distancia prefijada (20 m, por ejemplo), se vuelve a leer, y así sucesivamente. Se cubren así rápidamente grandes distancias, con la consiguiente economía sobre la misma prospección realizada mediante sondeos eléctricos.

Con el fin de comprobar la posibilidad de trabajar en perfiles, realizamos 4 de ellos, denominados respectivamente AB, CD, EF y GH, con buenos resultados.

Perfil AB:

Se hizo sobre el camino, comenzando a la par del afloramiento de calcáreo que aparece hacia el sur del camino, unos 600 m al O de la cantera. Avanzamos luego hacia el este para terminar en el faldeo de la loma de pórfiro donde se encuentra la casa del encargado. Los valores encontrados, según pudo apreciarse son todos altos, quedando entonces descartada la existencia de caolín a lo largo de este perfil. Esto coincide con las presunciones que se tenían sobre la continuidad del bolsón explotado. En este perfil se tomaron 39 puntos, distanciados 20 m entre sí.

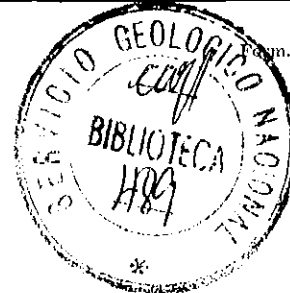
Perfil CD:

Este perfil, totalizando 5 puntos, se hizo, con rumbo NS, partiendo del pozo N para terminar en las cercanías de la estaca N.24 del perfil AB. Tampoco aquí se obtuvieron valores positivos.

Perfil EF:

Se hizo partiendo de la estaca N 19 del perfil AB, siguiendo por la huella que lleva hasta la cantera nº 3. Se tomaron siete

///.



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6°

CAPITAL FEDERAL

///.puntos, siempre con valores altos, pero obteniéndose en este caso una comprobación negativa de interés: en efecto, en el punto 51, situado a pocos metros del frente de cantera (en el que puede observarse caolina de mala calidad), en el que la cifra obtenida indicaba la presencia de roca (18,7 ohm.m.), se inició un pozo, que dió con pórfiro tobáceo diaclasado a los pocos centímetros.

Perfil GH:

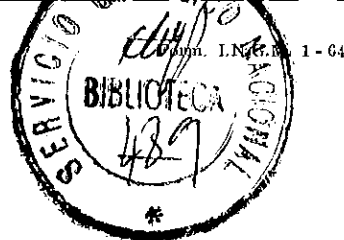
Seis puntos, tomados desde la estaca 37 hacia el W. Los valores encontrados fueron altos, salvo el segundo de ellos, (punto 53), en que se obtuvo 7,5 ohm.m. Se inició un pozo, dándose con pórfiro semicaolinizado a poca profundidad. Atribuimos el error a la presencia de una grieta, o de un pequeño accidente circunstancial geológico imprevisible. Es de destacar que, ya en franco tren exploratorio, es imposible caer en equívocos de esta índole, por cuanto sólo se considerara interesante una anomalía que ocupe un área importante, descartándose de hecho cualquier punto aislado, como el de este caso.

En los puntos CN 12 y CN 13, donde se efectuaron sondeos eléctricos, se previó la no existencia de cubierta y la presencia de pórfiro poco resistente (diaclasado, semialterado) de los primeros centímetros, resultando acertadas las previsiones, según lo indicaron los pozos correspondientes.

La Valeriana:

Se efectuaron dos sondeos, el primero de ellos en la parte alta de las lomas, sobre la cantera, y el segundo en el piso de la cantera. El comportamiento de la curva del primero indica, a priori, la continuidad del banco de arcilla hacia el interior del cerro. La segunda curva, a parte de dar una idea aproximada de la resistividad verdadera de la arcilla (alrededor de 35 ohm.metros), indica clara-

///.



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
 Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 4º
 CAPITAL FEDERAL

///.mente la presencia de un estrato de muy alta resistividad (pórfiro fresco), a 4-5- metros de profundidad. Este último dato coincide con el obtenido en una perforación situada a pocos metros del centro del sondeo.

Cuesta de La Valeriana:

Se efectuaron aquí tres electrosondeos, a niveles decrecientes. El primero de ellos nos da una curva descendente (aluvión) hasta los 15-20 metros, con una interrupción a los 5 metros. Luego, a partir de los 20 metros asciende bruscamente (caliza). El segundo, luego de comenzar y mantenerse en un valor alto (300 ohm.n.) durante unos 4 m, desciende luego, al principio suave y luego bruscamente, pero sin alcanzar los bajos valores del caolín. El tercero, hecho francamente sobre el banco calcáreo, comienza con valor alto (400 ohm.n.), para luego descender, con distintas pendientes, hasta aproximadamente los 30 metros de profundidad, en que se insinúa un fuerte ascenso de los valores. (pórfiro ?).

Las Lomas Grises:

Se realizaron 8 sondeos cuyos resultados, en general coinciden con los datos de las perforaciones realizadas a posteriori.

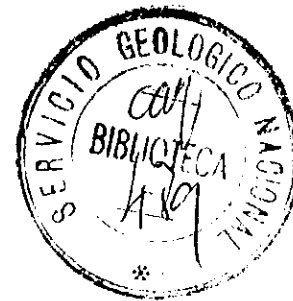
CONCLUSIONES:

- . Es posible y conveniente prospectar por caolín y arcillas en la zona visitada u otras geológicamente similares, mediante sondeos y perfiles eléctricos.
- . Prospectando de esta forma, podrán ahorrarse el 90% de los sondeos mecánicos que serían necesarios para reconocer el subsuelo sin el auxilio de métodos geofísicos.



SECRETARIA DE ESTADO DE INDUSTRIA Y MINERIA
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Avda. JULIO A. ROCA 651 - PISO 6º
CAPITAL FEDERAL

///.



RECOMENDACIONES:

Si se decidiera encarar un estudio de este tipo, deberá organizarse así:

- Separación del área a prospectarse en unidades geológicas diferenciales, si las hubiere.
- Realización, en cada unidad geológica, de entre 5 y 10 sondeos eléctricos convenientemente dispuestos, para elegir el dispositivo a utilizarse en cartas de resistividad.
- Realización de cartas de resistividad en malla de 20x20mm
- Perforación de las áreas que surjan como "positivas" o "dudosas" de las cartas de resistividad.

NOTA: Dada la crítica escasez del papel bilogarítmico en que se inscriben los sondeos eléctricos, se reserva una única copia de los mismos en esta Sección, donde quedan a disposición de quienes deseen consultarlos-.

Mario Klein.